

Bibliotheca
Väinö Krohn

Ch. E. Boldt
vänligen från förf.

UEBER
PHYSIOLOGISCHE FERNWIRKUNG
EINIGER KÖRPER

VON

Dr. FREDR. ELFVING



HELSINGFORS 1890.

1840

From the collection of the

British Museum

London

Öfvertryck ur: „*Commentationes variae in memoriam actorum CCL annorum.*
Edidit Universitas Helsingforsiensis.“

UEBER
PHYSIOLOGISCHE FERNWIRKUNG
EINIGER KÖRPER

VON

Dr. FREDR. ELFVING



HELSINGFORS,
BUCHDRUCKEREI J. C. FRENCKELL & SOHN, 1890

Unter Fernwirkung eines Körpers verstehe ich hier eine Wirkung, welche sich in dessen Umgebung auf eine gewisse Entfernung hin manifestirt ohne dass dabei Berührung oder Ueberführen von materiellen Theilchen stattfindet. Dass diese Wirkung eine *actio in distans* wäre, soll nicht gesagt werden.

Die Erscheinungen, über welche ich hier berichten werde, habe ich bei einem in den letzten Zeiten von den Pflanzenphysiologen vielfach benutzten Untersuchungsobject, *Phycomyces nitens*, vorgefunden. Da die Phänomene auch von Seiten der Nichtbotaniker Beachtung verdienen, dürfte es angemessen sein, einige Worte über die den meisten wohl gänzlich unbekannte Versuchspflanze voranzuschicken.

Phycomyces nitens gehört zu den Schimmelpilzen. Ursprünglich von C. A. Agardh¹⁾ nach Exemplaren von Frugård in Finland als *Ulva nitens* beschrieben, ist sie im Laufe der Zeit in verschiedenen Ländern aufgefunden worden; sie scheint aber überall sehr selten zu sein. Allgemein wird sie aber in den pflanzenphysiologischen Laboratorien seit einigen Jahrzehnten gezüchtet. Die Leichtigkeit, mit welcher dieser Pilz sich cultiviren lässt, die Schnelligkeit, mit welcher er wächst und auf die verschiedensten Reize reagirt, machen ihn ungemein werthvoll

¹⁾ Synopsis algarum Scandinaviae (1817) p. 46.

für die Physiologen. Auf Brod wächst *Phycomyces* sehr gut. Der Nahrung aufnehmende Theil des Pilzes, das Mycel, durchwuchert das Brod, etwa wie bei den gewöhnlichen Hutpilzen ein grosser Theil der Pflanze in der Erde lebt. Durch dieses Mycel, welches aus feinen, vielfach verzweigten Fäden besteht, wird den in die Luft ragenden Fruchträgern Nahrung zugeführt. Diese Frucht- oder Sporangienträger erheben sich vom Substrat als relativ dicke, starre, unverzweigte Fäden, welche, anfangs spitz, an ihrem Ende zu einem gelben, später bräunlichen Köpfchen anschwellen. Dies ist das Sporangium, in welchen die Vermehrungsorgane unseres Pilzes gebildet werden. Die ersten zum Vorschein kommenden Sporangienträger sind überhaupt winzig, farblos; die später sich entwickelnden dagegen kräftiger und bläulich schimmernd; bei einer Dicke von etwa 0.25 Mm erreichen sie eine Länge bis zu zwei Dm, und bemerkenswerth ist, dass der cylindrische Schlauch durch keine Querwände gegliedert ist, sondern eine einzelne Zelle darstellt. Anfangs wachsen die Fruchträger langsam; die Wachsthumsgeschwindigkeit steigt aber allmählig, so dass der stündliche Zuwachs bei günstiger Temperatur (20 bis 25°) fünf Millimeter oder mehr betragen kann. Dies dauert eine Zeit lang. Dann tritt eine allmähliche Verlangsamung ein, und schliesslich hört das Wachsthum ganz auf.

Gerade dieses schnelle Wachsen macht *Phycomyces* so werthvoll für die Physiologen; der Pilz reagirt nämlich in Folge dessen sehr schnell auf verschiedene äussere Reize, deren Wirkung bei anderen Objecten relativ lange auf sich warten lässt.

Die Reaction erfolgt in Form von Krümmungen, welche sich in der wachsenden Region der Fruchträger, eine Strecke unterhalb des Sporangiums, vollziehen. Für das Licht sind die Fruchträger, wie schon lange bekannt, sehr empfindlich: sie wachsen der Lichtquelle zu. Entgegengesetzt wirkten bei Wort-

mann's Versuchen¹⁾ die dunklen Wärmestrahlen, welche von einer durch Gasflammen erhitzten, berussten Eisenblechplatte ausgesandt wurden: die Fruchträger wuchsen von der Wärmequelle weg. Auch von der Schwerkraft werden sie physiologisch afficirt: werden die Fruchträger im Dunkeln mit der Spitze nach unten gestellt, krümmen sie sich mit ihren Enden aufwärts, wie es auch höhere Pflanzen unter ähnlichen Verhältnissen thun. Noch ein vierter Reiz ruft bei den Fruchträgern Krümmung hervor, nämlich einseitige Feuchtigkeit: wenn sie bei ihrem Wachsen in unmittelbarer Nähe einer feuchten Fläche kommen, krümmen sie sich davon weg.²⁾

Das günstigste Versuchsmaterial bietet *Phycomyces*, wenn die Sporangienträger eine Länge von 3—5 Cm haben; sie sind dann relativ steif, während sie bei grösserer Länge von der Last des Sporangiums und von den leisesten Bewegungen der Luft leicht hingebogen werden.

Es empfiehlt sich den Pilz auf durchgefeuchteten Brodstücken zu cultiviren. Bei der Aussaat ist es vortheilhaft das Brod mit heissem Wasser zu befeuchten; man unterdrückt dadurch die Entwicklung fremder Schimmelpilze, welche *Phycomyces* verdrängen könnten. Einige reife Sporangien werden indessen in ein Uhrglas mit einigen Tropfen Wasser gelegt: sie platzen und die Sporen zerstreuen sich durch das Wasser. Von diesem werden mit einer Nadel einige Tröpfchen auf das mit einer Glasglocke bedeckte, abgekühlte Brödchen übergeführt. Bei Zimmertemperatur spriessen die ersten Fruchträger nach drei oder vier Tagen hervor, und ihnen folgen andere bald nach. Vortheilhaft

¹⁾ Botanische Zeitung, 1883, p. 462.

²⁾ Wortmann: Ein Beitrag zur Biologie der Mucorineen. Botanische Zeitung, 1881, p. 368.

Elfving: En obeaktad känslighet hos *Phycomyces*. Botaniska Notiser, 1881, p. 105.

ist es die ersten wegzuschneiden, was man ohne Schaden thun kann, und nur mit den späteren, kräftigeren zu experimentiren.

Wenn man eine dichte *Phycomyces*-Cultur bei vollständigem Lichtabschluss um eine horizontale Axe am Klinostat¹⁾ langsam (eine Umdrehung in 15—20 Minuten) rotiren lässt, wobei die richtende Einwirkung der Schwerkraft eliminirt ist, da die Pflanze so zu sagen zwischen oben und unten nicht mehr unterscheiden kann, so findet man, dass nicht alle Sporangienträger geradeaus gewachsen sind, wie man erwarten sollte. Die peripherischen Fruchträger haben sich mehr oder weniger scharf, nicht selten unter geradem Winkel, nach aussen gekrümmt. Auf Tafel I theile ich eine Abbildung einer solchen, etwas älteren Cultur mit. Die durchscheinenden Sporangienträger sind in der photographischen Reproduction nicht sehr deutlich ausgefallen; ihr Ausbiegen ist indessen unverkennbar.

Der erste Eindruck, den man von einer solchen Cultur mit ausgesperrten Rand-Fruchträgern bekommt, ist der, dass es den Pilzen zu dicht gewesen ist und dass die äussersten Schläuche ihre Nachbarn gewissermassen geflohen haben um mehr Luft und Freiheit zu bekommen. Dieselbe Erscheinung findet man, darauf aufmerksam gemacht, auch in nicht rotirenden, im Dunkeln gewachsenen Culturen; nur ist sie dort in Folge der Einwirkung der Schwerkraft, welche die Fruchträger aufzurichten strebt, weniger ausgeprägt. Culturen im Licht zeigen das betreffende Verhalten nicht, da unser Pilz für Licht sehr empfindlich ist, so dass dieses, mit Ausschluss übriger Factoren, seine Wachstumsrichtung bestimmt.

Was mag die Ursache dieser Erscheinung sein?

¹⁾ Näheres bei Sachs, Ueber Ausschliessung der geotropischen und heliotropischen Krümmungen während des Wachsens. Arbeiten des botanischen Instituts in Würzburg B. II. h. 2.

Eine etwaige Wirkung der Centrifugalkraft bei der Rotation, so verschwindend klein diese auch sein mag, kann hier nicht vorliegen, da die Erscheinung, wie eben gesagt, auch in nicht-rotirenden Culturen eintritt und überdies auch wenn die Rotation um eine zu den Sporangienträgern senkrechte Axe geschieht.

Man könnte vermuthen, dass von den an einem Mycel entstandenen Sporangienträgern die äussersten «aus inneren Ursachen» nach aussen zu wachsen bestrebt seien, etwa wie die Seitenwurzeln unter verschiedenen Winkeln von der Hauptwurzel entspringen. So ist es aber nicht. Es gelingt ohne Schwierigkeit, wenn man zwei verschiedene, dichte Culturen eng an einander nähert, festzustellen, dass zwischen den Fruchttägern beider die betreffende Repulsion auch stattfindet.

Eine andere Erklärung wäre die, dass hier ein Fall von Aërotropismus vorliege. Mit diesem Namen bezeichnete Mollisch¹⁾ die von ihm entdeckte Eigenschaft der Wurzeln gewisse Gase zu fliehen resp. aufzusuchen. Es lag nahe vor der Hand anzunehmen, dass es die von den dicht stehenden Pilzen selbst producirt Kohlensäure war, welche die äusseren Fruchttäger veranlasste, sich gegen die sauerstoffreichere Luft zu krümmen, während die Schläuche im Innern der Cultur, allseitig von der verschlechterten Luft umspült, geradeaus wuchsen. Indessen konnte ich bei näherer Prüfung keinen Aërotropismus constatiren.

So trat zum Beispiel die Auswärtskrümmung ein, wenn ich durch eine im Dunkeln rotirende *Phycomyces*-Cultur einen mit Wasserdampf gesättigten Luftstrom mit einer Geschwindigkeit von etwa zehn Liter in der Stunde streichen liess, wobei man

¹⁾ Ueber die Ablenkung der Wurzeln von ihrer normalen Wachstumsrichtung durch Gase (Aërotropismus). Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wissenschaften in Wien. B. 90 (1874).

meinen sollte, dass weder die von den Pilzen producirt Kohlensäure noch etwaige andere beim Stoffwechsel ausgeschiedene gasförmige Producte sich ansammeln konnten.

Andererseits zeigten sich die Fruchttträger unempfindlich gegen Differenzen im Kohlensäuregehalt der Luft. Ich nahm eine kleine tubulirte Glasglocke von circa 250 Cm² Inhalt und überspannte die Oeffnung mit einer dünnen Kautschukmembran, füllte die Glocke mit Kohlensäure und machte den Stöpsel zu. Dann wurde die Glocke am Rotationsapparat in unmittelbarer Nähe der Fruchttträger, die Oeffnung ihnen zugewandt, befestigt. Da nun die Kohlensäure durch die Membran diffundirte und zugleich die richtende Einwirkung der Schwerkraft durch die langsame Rotation eliminirt war, so sollte man erwartet haben, dass der eventuelle Aërotropismus zum Ausdruck käme. Die Fruchttträger erfuhren aber in ihrer Wachstumsrichtung keine Beeinflussung von der Kohlensäure.

Eben so wenig war eine solche zu bemerken, wenn ich eine stärkere Kohlensäure-Quelle benutzte. Ich nahm ein ganz haarfein ausgezogenes Glasrohr, vereinigte es mit einem Kohlensäure-Apparat und befestigte es so, dass das capillare Ende dicht über einer Cultur stand. Die ganze Vorrichtung kam ins Dunkle, und um Anhäufung von Kohlensäure in der Luft zu verhindern, wurde ein Gefäss mit Kalistückchen beigestellt. Die Kohlensäure wurde in sehr langsamem Strom (einige Blasen in der Minute) entwickelt. Die emporwachsenden Fruchttträger wurden von der Glascapillare nicht im Geringsten abgelenkt.

Derartige mehrmals mit kleinen Variationen wiederholte Versuche, welche immer dasselbe Resultat gaben, erweckten in mir die Ueberzeugung, dass hier kein Aërotropismus vorlag. Zu demselben negativen Resultat ist wohl auch Molisch, bezüglich analoger Objecte gekommen, denn in seiner vorläufigen

Mittheilung¹⁾ über den betreffenden Gegenstand sagt er, er wollte neben anderen Objecten die Sporangienträger der Mucorineen auf ihren Aërotropismus untersuchen; in der ausführlichen Abhandlung ist aber davon nicht die Rede eben so wenig wie später.

Um zu sehen ob die Pilze für Kohlensäure empfindlich seien, benutzte ich auch lebende Kohlensäure-Quellen, zuerst Keimwurzeln. Die Anordnung war so einfach als möglich. Das Brodstück mit den Pilzen wurde mittelst einiger Nadeln an einer horizontalen Korkplatte befestigt. Die kräftigen Keimpflanzen, eben aus Sägemehl, in welchem sie gewachsen waren, herausgenommen, wurden an einer kleinen Korkscheibe aufgespiesst und diese mittelst einer langen Nadel so placirt, dass die Wurzeln senkrecht nach unten gerichtet und von den emporwachsenden Fruchträgern umgeben waren. Die ganze Vorrichtung wurde dann ins Dunkle gestellt, wobei durch ein übergestülptes grosses Dekantirglas für genügende Feuchtigkeit in der Atmosphäre gesorgt war. Zu meinem grossen Staunen fand ich, dass die Fruchträger sich nicht nur von den Wurzeln nicht wegwendeten, sondern im Gegentheile von allen Seiten her im Umkreise von etwa 1 Cm sich schwach gegen dieselben krümmten. Nach einigen Stunden bei Zimmertemperatur (c. 18°) war die Krümmung meist deutlich; sie war nicht scharf, sie war auch nicht ausnahmslos an allen in der Nähe der Wurzeln befindlichen Fruchträgern eingetreten, als Gesamterscheinung aber war sie unzweideutig. Die attrahirende Wirkung der Wurzeln machte sich nur von der in der Nähe der Spitze liegenden wachsenden Region merkbar; die weiter nach oben liegenden Theile waren ohne sichtbaren Einfluss auf *Phycomyces*.

¹⁾ Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. B. II. h, 4.

Ich habe den Versuch mit jungen, einige Centimeter langen Keimwurzeln von *Pisum sativum*, *Vicia faba*, *Lupinus Cruikshanksii*, *Phaseolus multiflorus* und *Ricinus sanguineus* ausgeführt, und in den meisten Fällen war die Erscheinung deutlich zu sehen. Auch das hypocotyle Glied von *Phaseolus* war activ; ohne Wirkung dagegen verschiedene sowohl jüngere als ältere Blätter.

Von den wachsenden Wurzeln geht also ein Reiz aus, auf den die in der Nähe wachsenden *Phycomyces* reagieren.

Zeigen auch andere Körper ähnliche Wirkungen?

Ich habe in dieser Beziehung verschiedene Körper untersucht. Zuerst werde ich über das Verhalten der Metalle und einiger verwandter Körper berichten.

Ich operirte meistens mit kleinen c. 9 Cm langen, 4—5 Mm dicken Stäbchen von den betreffenden Metallen, oft auch mit Platten ($55 \times 30 \times 3$ Mm).

Ueber eine gewöhnliche *Phycomyces*-Cultur wurde das Metallstück senkrecht befestigt, so dass es von den weiter wachsenden Fruchträgern umgeben werden sollte; das Ganze in einen absolut dunklen Schrank mit feuchter Atmosphäre gestellt. Nach einigen (zwei bis sechs) Stunden wurde dann die Wirkung nachgesehen.

Die Wirkung der Metalle, wenn eine solche vorhanden ist, äussert sich als Attraction, das heisst von allen Seiten her krümmen sich die Fruchträger in seichtem Bogen, zuweilen doch unter fast geradem Winkel, gegen das Metall. Die Krümmung erfolgt, wie übrige Reizbewegungen, in der wachsenden Region, unterhalb des Sporangiums. Die Attraction macht sich auf einem Abstände von 2—3 Cm, selten weiter merkbar. Das charakteristische bei der Erscheinung ist eben die erste Anziehung. Das spätere Wachsthum der in Berührung mit dem Metall gekomme-

nen Schläuche verläuft unregelmässig; bald schlingen sie sich um den Stab (Erreras Haptotropismus), bald um ihre Nachbarn, bald wachsen sie dem Stabe parallel weiter, bald hört ihr Wachsthum ganz auf.

Nach ihrer Wirkung lassen sich die Metalle in drei Gruppen eintheilen:

I. Deutliche Attraction: Eisen.

II. Schwache, aber meist unzweifelhafte Attraction: Zink, Aluminium.

III. Keine Attraction: Silber, Gold, Platin, Wismuth, Antimon, Kadmium, Kobalt, Nickel, Zinn, Blei, Kupfer. Hierher gehören auch Messing und Aluminiumbronze.

Die Grenzen zwischen den Gruppen sind nicht sicher zu ziehen. Die Wirkung des Eisens ist aber so auffallend viel kräftiger als diejenige der folgenden Körper, dass ihm unbedingt eine separate Stellung zuerkannt werden muss. Die Attraction tritt ausnahmslos und kräftig ein und wird eben so gut von Gusseisen, Schmiedeeisen und Stahl bewirkt; sie erfolgt, die Oberfläche mag polirt, grob gefeilt oder etwas rostig sein. Auf Taf. II theile ich Abbildungen von einer *Phycomyces*-Cultur (B), deren Fruchträger von einer Eisenplatte attrahirt worden sind, und von einer Parallel-Cultur (A), wo statt Eisen Kupfer angewandt war. 1A 1B

Bei Zink ist die Wirkung meist unzweifelhaft, wenn auch schwach, bei Aluminium schon fast unsicher. Bei Silber, Gold und Platin glaube ich zuweilen eine Andeutung von Attraction gesehen zu haben. Aber wenn auch für diese, sowie die folgenden Körper vielleicht später aufgewiesen werden kann, dass ihnen eine ähnliche Eigenschaft wie dem Eisen, obgleich in sehr geschwächtem Grade, zukommt, so dass der Unterschied nur ein

relativer wäre, so ist doch aus praktischen Gründen eine Trennung hier motivirt.

Am vortheilhaftesten ist es die Versuche in halbfeuchter Luft anzustellen. In dampfgesättigter Atmosphäre schlägt sich das Wasser leicht auf das Eisen nieder, wodurch die Wirkung sehr undeutlich wird; ganz trockene Luft ist wiederum den Pilzen wenig zusagend. — Die Temperatur ist nicht ohne Einfluss auf die Empfindlichkeit des *Phycomyces*. Am besten reagirt der Pilz bei 15° — 20° . Bei 10° — 12° sind die Fruchträger, obgleich sie noch wachsen, nicht mehr auf den jetzt in Frage stehenden Reiz empfindlich; dasselbe scheint bei 25° der Fall zu sein.

Was mag die Ursache dieser Attraction von Seite des Eisens sein?

Eine Wirkung des Lichtes liegt hier nicht vor. Es ist bekannt dass viele Körper nach vorhergehender Beleuchtung Lichtstrahlen aussenden, und experimentell habe ich auch constatirt, dass dieses Phosphorescenz-Licht ähnliche heliotropische Krümmungen hervorruft wie sonstiges Licht. Die Metalle phosphoresciren aber nicht. An eine nachherige Emission von dunklen Strahlen ist auch nicht zu denken. Wenigstens zeigten Eisenplatten, welche dreizehn Monate im Dunkeln aufgehoben waren, keine geringere Attraction als belichtete.

Eine Wirkung der dunklen Wärmestrahlen im gewöhnlichen Sinne liegt ebenfalls nicht vor. Dass die ultra-rothen Strahlen heliotropische Effecte hervorrufen, zeigte Wiesner¹⁾, und in ähnlicher Weise könnten je andere Regionen des dunklen Spectrum wirken. Bei meinen Versuchen waren die angewandten Körper von Zimmertemperatur; als gute Wärmeleiter mussten

¹⁾ Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche. Erster Theil p. 46 (186). Denkschriften der math.-naturw. Classe d. kais. Akademie d. Wissenschaften in Wien. B. XXXIX (1878).

sie bald die Temperatur ihrer Umgebung annehmen, und wenn auch äusserst geringe Differenzen schliesslich vorhanden wären, auf welche man die Erscheinung eventuell zurückführen konnte, so ist kein Grund vorhanden, warum dies immer beim Eisen und nicht bei den Metallen der dritten Gruppe eintreten sollte. Auch blieben alle Versuche jene Metalle durch Erwärmung zu activiren ohne Erfolg. — Zu verschweigen ist aber nicht, dass beim Zink eine vorübergehende, einige Stunden dauernde Steigerung der Activität durch Erhitzen bis zum beginnenden Schmelzen erzielt wurde.

Man wird wohl auch an magnetische Kräfte denken. Der Magnetismus hat aber mit der Erscheinung nichts zu thun, denn ein magnetischer Stab von Nickel war indifferent, gerade so wie ein nichtmagnetischer, und ebenfalls war kein Unterschied zwischen stark magnetischem Eisen und solchem, das gewöhnlich als nicht-magnetisch bezeichnet wird, zu sehen.

Vielleicht wäre die Erscheinung auf elektrische Kräfte zurückzuführen, da das Eisen durch Berührung mit der feuchten Luft, sowie durch Berührung mit dem Pilze selbst elektrisch wird, wenn auch in ungemein schwachem Grade. Das Eisen nimmt doch in dieser Beziehung keine bevorzugte Stelle ein; vor allem musste man vom Zink, das in der elektrischen Spannungsreihe einen viel mehr markirten Platz als das Eisen einnimmt, deutlichere Wirkungen erhalten. Aber gerade das Umgekehrte ist der Fall. Auch erwies sich eine Eisenplatte, welche in leitender Verbindung mit der Erde stand, als vollkommen activ.

Ich kann mir die Sache nicht anders zurechtlegen als durch die Annahme, dass vom Eisen eine specifische Kraft ausgeht, die sich eben durch ihre Wirkungen auf die Organismen manifestirt.

Unterscheidet sich ja das Eisen von den meisten Körpern schon durch sein Vermögen magnetisch werden zu können, ein Vermögen, das es mit Kobalt und Nickel gemeinsam hat. Die jetzt besprochene Eigenschaft theilt es mit diesen Metallen nicht, wohl aber mit Zink, Aluminium und vielleicht anderen Körpern.

Zu erwähnen ist noch, dass diese Eigenschaft nicht in den Verbindungen des Eisens vorhanden ist; wenigstens erwiesen sich Magnetit, Hämatit und Blutlaugensalz als inactiv.

In der betreffenden Beziehung habe ich verschiedene andere Körper geprüft und bei vielen eine attrahirende Wirkung gefunden. So bei Siegelack, Colofonium, glattem Papier, Wachs, Seide, Baumwolle, Ebonit, Bein, Wolle, Leinen, Holz, Kautschuk, Schwefel, Cacao fett. Die Attraction ist bei ihnen überhaupt weniger ausgesprochen als beim Eisen. Die deutlichsten Resultate gaben mir die drei erstgenannten Körper; bei den folgenden, deren Anordnung in absteigender Reihe versucht ist, war die Wirkung schwach, nicht selten fast undeutlich. Ein Körper, den ich vielfach untersucht habe, ist Glas, aber nur einmal, bei Anwendung einer seit zwölf Jahren liegenden Platte, bekam ich sichere, wenn auch schwache Attraction.

Meine Versuche wurden bei der oben angegebenen Temperatur gemacht. Damit die Erscheinung deutlich auftrete, ist es, bei Anwendung hygroskopischer Körper, nothwendig, dass diese ganz trocken sind, und dass die Luft nicht zu feucht ist, da ja, wie oben gesagt, feuchte Oberflächen abstossend wirken. Wenn man zum Beispiel die eine Seite eines Karton-Stückes schwach befeuchtet, so hört die attrahirende Wirkung dieser Seite auf; sie tritt aber wieder ein, sobald der Karton vollständig trocken geworden ist. Darauf beruht es auch, dass gewöhnliches, glattes

Schreibpapier keine Wirkung in sehr feuchter Luft zeigt, während es sonst zu den kräftig wirkenden Körpern gehört. Bei nicht hygroskopischen Körpern wie Lack und Colofonium tritt die Erscheinung auch in dampfgesättigter Atmosphäre ein; bei längerem Aufenthalt in einer solchen geht jedoch die betreffende Eigenschaft verloren, denn während ein activer Lackstab seine attractive Wirkung noch nach viertägigem, ununterbrochenem Aufenthalt in dampfgesättigter Luft zeigte, war nach fünfzehn Tagen keine Wirkung mehr zu sehen; kräftiges Reiben genügte dann, um den Stab wieder für lange Zeit zu activiren.

Dies scheint nun darauf hinzudeuten, dass hier elektrische Kräfte wirksam sind. Mittlerweile ist hervorzuheben, dass hier eben so wenig wie bei den Metallen an eine Wirkung des Lichts zu denken ist. Auch sind es nicht Wärmestrahlen, welche die Krümmung hervorrufen, denn frisch gegossene Platten von Colofonium zeigten keine grössere Attraction als seit Monaten abgekühlte. Vom Magnetismus kann hier füglich keine Rede sein. Es fällt aber auf, dass sämmtliche angegebene Körper schlechte Leiter der Elektrizität sind. Da an ihnen also eine elektrische Spannung, obgleich eine sehr schwache, überhaupt vorkommt, resp. vorkommen kann, so scheint es nicht unmöglich, dass hier eine Wirkung der Elektrizität vorliege, wenn auch das eben besprochene Auftreten der Erscheinung in sehr feuchter Luft dagegen spricht, und ebenso in den meisten Fällen, wie ich gleich bemerken will, keine Spur von Elektrizität an activen Körpern mit dem Goldblattelectroscop zu constatiren war.

Vergeblich aber habe ich versucht ähnliche Erscheinungen durch elektrische Kräfte hervorzurufen.

In einem Dunkelschrank stellte ich eine auf gefirnisstem Glassfuss stehende Messingscheibe von 20 Cm Diameter vertical

auf und verband sie mit dem einen Pol einer elektrischen Influenz-Maschine, deren anderer Pol nach der Erde abgeleitet war. In der Nähe der Scheibe placirte ich dann eine *Phycomyces*-Cultur, deren aufrechte Fruchträger also der Scheibe parallel waren. Wurde die Maschine in Gang gesetzt und die Scheibe elektrisch, so erlitten die Fruchträger von ihr eine einseitige elektrische Einwirkung derselben Art, wenn auch ungleich stärker, wie sie vom elektrischen Lack erfuhren. Stand die Cultur nahe an der Scheibe, wurden die nächsten Fruchträger, wie andere haarähnliche Gebilde, direct angezogen; bei etwas weiterem Abstand zitterten sie nur leise; bei noch weiterem war kein sichtbarer Einfluss vorhanden. Bei meinen Experimenten variirte der Abstand zwischen 2 und 20 Cm. Zahlreiche, eine bis vier Stunden dauernde Versuche, bei welchen das Substrat der Pilze und folglich die Pilze selbst bald in leitender Verbindung mit der Erde gestellt wurde, bald nicht, ergaben übereinstimmend, sowohl wenn negative als positive Elektrizität angewandt wurde, negative Resultate. Weder die nächsten noch die entfernteren Fruchträger erfuhren in ihrer Wachstumsrichtung einen Einfluss von der Scheibe; in einigen Fällen war sogar zu sehen, wie die elektrisch angezogenen, fast horizontal liegenden Fruchträger sich mit ihren Spitzen aufgerichtet hatten, etwa wie ein umgefallener Baum es thut. Hervorzuheben ist, dass das Wachstum der Fruchträger, wie durch Beobachtung mit horizontalem Mikroskop festgestellt wurde, ein kräftiges war.

Weitere Versuche stellte ich mit Anwendung constanter galvanischer Batterien an. Ich nahm ein grosses Meidinger-Element und leitete den einen Pol nach der Erde ab. Am anderen Pol herrschte dann ein gewisses Potential. Den ganz kurzen, freien Poldraht verband ich leitend mit einem kleinen

Bleirohr, und über dieses schob ich ein enges Glasrohr, das sich bei vorläufigem Versuch als inactiv gezeigt hatte. Die Spannung am Bleirohre musste im Glas eine elektrische Vertheilung hervorrufen, und die Wirkung der freilich schwachen Elektrizität musste sich dann in der Nähe manifestiren. Unsere Fruchträger wurden aber von dieser Elektrizitätsquelle, mag der positive oder negative Pol angewandt worden sein, nicht im Geringsten während vier bis zwölf Stunden beeinflusst; sie wuchsen gerade aus.

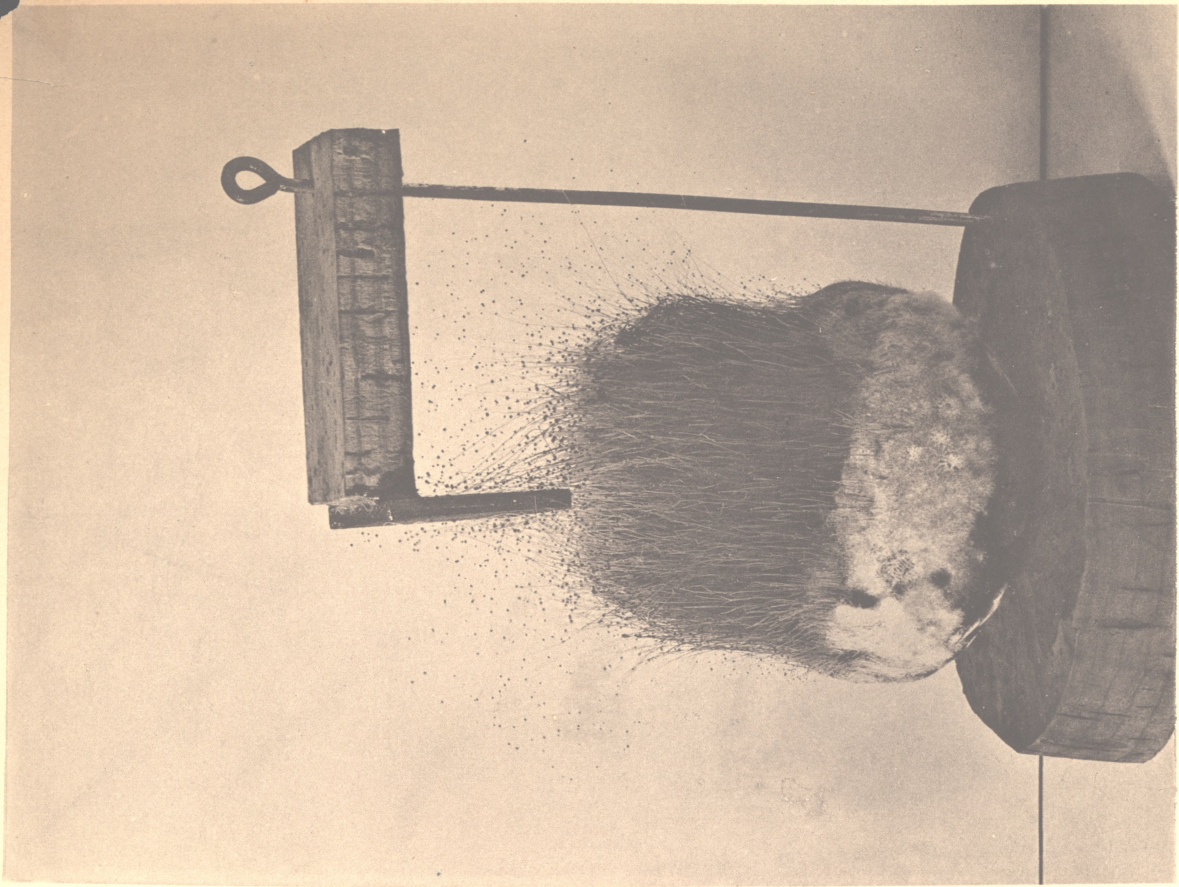
Die elektrische Wirkung suchte ich auch in folgender Weise zu zeigen. Ich nahm einen activen Körper, zum Beispiel ein Stück Karton und befestigte mit ein wenig Wachs dicht daran eine inactive Glasscheibe. Die elektrische Spannung, welche eventuell am Körper herrschte, musste im Glas eine Vertheilung der Elektrizität hervorrufen, und wenn einmal die Attraction eine Wirkung der Elektrizität war, so sollte jetzt eine solche auch gegen die Glasscheibe eintreten. So war es aber nicht: die Fruchträger wurden vom Karton etc. attrahirt, vom Glas aber nicht.

Da also die Versuche die betreffende Erscheinung durch Elektrizität hervorzurufen, ohne Erfolg waren, so bleibt auch hier nichts anderes übrig, als eine specifische Wirkung des Körpers, vielleicht derselben Art wie beim Eisen, vielleicht nicht, anzunehmen. Man wird unwillkürlich an eine Art von Vibrationen denken, die, auf Bewegungen der Moleküle beruhend, sich nach aussen fortpflanzen. Und wenn einmal von einigen Körpern solche attractive Kräfte ausgehen, so erscheint die Annahme repellirender Kräfte in anderen Fällen nicht unberechtigt. So würde dann die anfangs besprochene Einwirkung der *Phycomyces*-Fruchträger auf einander auf eine von ihnen selbst ausgehende Fernwirkung zurückzuführen sein.

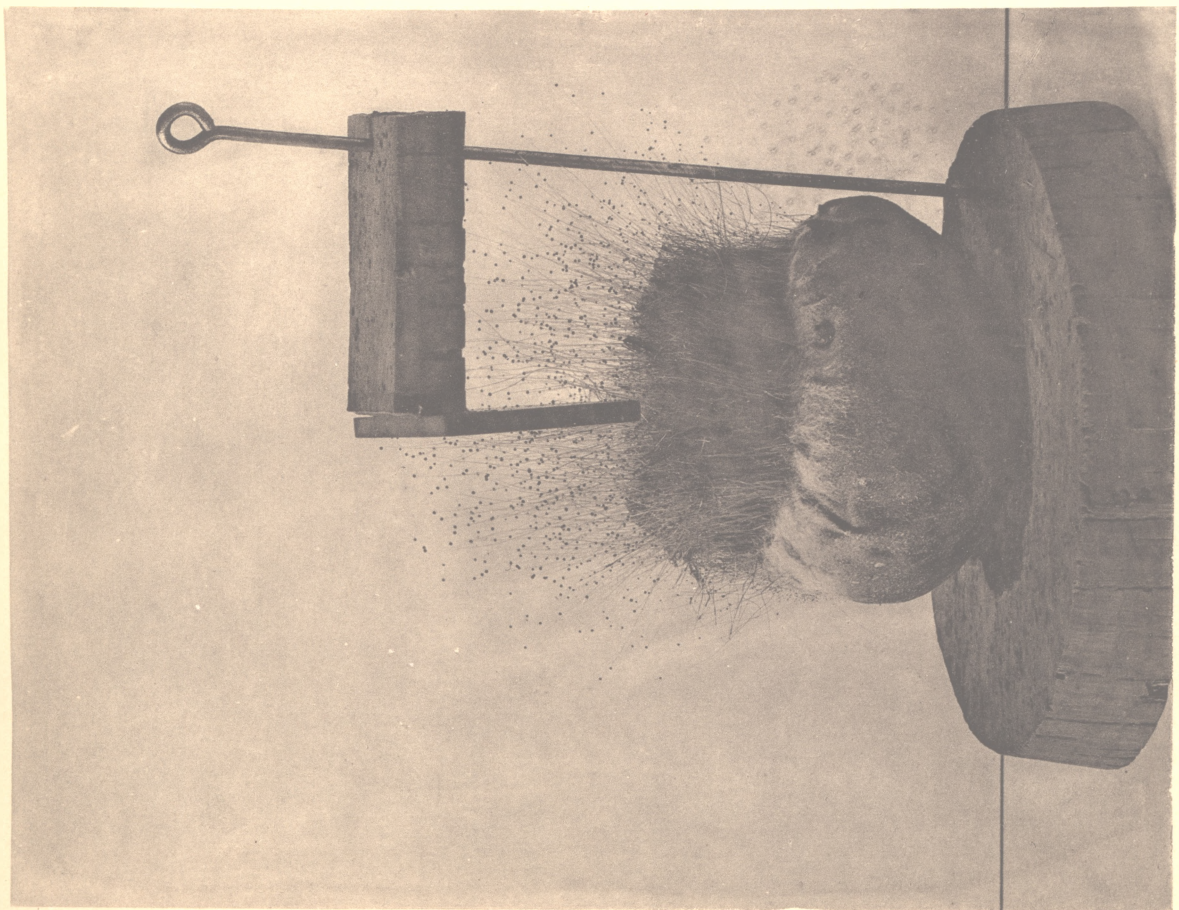
Das sind nun Hypothesen. Vielleicht wird es schliesslich
gelingen, die Erscheinungen in Zusammenhang mit den elektri-
schen Phänomenen, mit welchen sie ja eine gewisse Ueberein-
stimmung zeigen, zu bringen. Die Thatsachen sind bemerkens-
werth genug, um weitere Untersuchungen von verschiedenen
Seiten zu verdienen.







A.



B.

